

전립선 건강검진을 받은 60세 이상의 남성에서 대사증후군과 전립선용적의 연관성

The Relationship between Metabolic Syndrome and Prostate Volume in Men Over Sixties who Underwent Prostate Health Check-up

Kyo Chul Koo, Kang Su Cho, Eun Min Kang, Sung Won Kwon^{1,2}, Sung Joon Hong

From the Department of Urology, Urological Science Institute, Yonsei University College of Medicine, ¹Department of Urology, Pochon Cha University, Pochon, ²Prostate Health Council Inc., Seoul, Korea

Purpose: To evaluate the relationship between factors of metabolic syndrome (MS) to prostate volume and lower urinary tract symptom in men over sixties.

Materials and Methods: A total of 624 male subjects aged 60 to 90 years were enrolled. Prostate volume, urinary flow rate, voided volume, post void residual urine volume, voiding symptoms and MS-related parameters were investigated. Patients were divided into two groups; those with MS (n=223) and those without (n=401). Prostate volume, urodynamic factors and voiding symptoms were compared based upon MS categories.

Results: The MS and control group showed no significant differences with respect to age (74.8±5.6 vs. 74.0±5.4, respectively, p=0.083) and prostate specific antigen levels (1.8±1.5 vs. 1.7±1.5, respectively, p=0.248). However, the MS group had significantly greater waist circumference, blood pressure, fasting blood sugar level, hypertriglyceridemia and lower high density lipoprotein (HDL) cholesterol than the control group (p<0.05). Patients with MS showed significantly larger total prostate volume (p=0.008) and transitional zone volume (p=0.012). There were no differences between two groups respect to maximum flow rate, voided volume and residual volume (p>0.05). There was a significant relationship between prostate volume and obesity (p=0.016), however other MS factors such as low HDL, hypertension, non-insulin dependent diabetes mellitus and hypertriglyceridemia were not associated with prostate volume (p>0.05).

Conclusions: Metabolic syndrome is associated with prostate volume related factors, but not to voiding dysfunction in Korean men over sixties. Among subcategories of MS, obesity is the most strongly related factor to prostate volume. (Korean J Urol 2008;49:813-817)

Key Words: Metabolic syndrome X, Prostatic hyperplasia, Urination disorders, Obesity

대한비뇨기과학회지
제 49 권 제 9 호 2008

연세대학교 의과대학
비뇨기과학교실, 비뇨의과학연구소,
¹포천중문의과대학교 비뇨기과학교실,
²한국전립선관리협회

구교철 · 조강수 · 강은민
권성원^{1,2} · 홍성준

접수일자 : 2008년 2월 25일
채택일자 : 2008년 7월 17일

교신저자: 홍성준
연세대학교 의과대학
비뇨기과학교실
서울시 서대문구 신촌동 134
☎ 120-752
TEL: 02-2228-2325
FAX: 02-312-2538
E-mail: sjhong346@yuhs.ac

서 론

전립선비대증은 인구 노령화와 함께 증가하는 질환으로, 지역사회를 기반으로 한 유병률 연구에 의하면 우리나라의 경우 11.1-27.7%로 보고되고 있다.¹⁻³ 최근 전립선비대증의

병인으로써 대사증후군에 대한 관심이 높아지고 있으며, 대사증후군이 전립선용적 및 남성배뇨장애와 관련이 있다는 보고들이 있다.^{4,6} 이는 대사증후군의 기본병태생리인 고 인슐린혈증 및 인슐린저항성에 의한 교감신경의 과활성과 복부비만으로 인한 에스트로겐과 안드로겐의 비율 변화가 관련이 있는 것으로 알려져 있다. 하지만 이에 상반되는 결

과들도 보고되고 있다.⁷⁻¹¹

전립선비대증과 대사증후군의 관련성에 대한 국내의 연구에서도 대사증후군이 있는 경우 대조군에 비하여 전립선 용적이 크다는 사실이 확인된 바 있다.¹²⁻¹⁴ 그러나, 전립선 비대증이 노인성 질환이며 국내의 노령인구가 급격히 증가하고 있는 것을 고려할 때, 대부분의 연구들이 모든 연령층을 대상으로 하고 있다는 점에서 노령인구의 특성을 충분히 대변하기에는 부족하다고 할 수 있다.

이에 저자들은 60세 이상의 고령 남성을 대상으로 대사증후군의 유무에 따른 전립선용적과 배뇨증상에 대해 조사하고 대사증후군의 요소 별 영향에 대해 분석하여 그 연관성에 대하여 알아보고자 하였다.

대상 및 방법

2007년 4월부터 2007년 5월 사이에 60세 이상 90세 미만의 서울 및 근교지역 남성을 대상으로 전립선건강검진을 시행하였다. 대상 환자의 병력, 투약력 및 국제전립선증상 점수를 조사하였고 나이, 허리둘레, 혈압, 공복 시 혈당, 혈청 HDL 콜레스테롤 농도, 혈청 중성지방 농도 및 혈청 전립선특이항원 농도를 측정하였다. 전립선용적 및 이행대용적은 경직장 전립선 초음파 (Medison, Mysono 201, 서울, 대한민국)를 이용해 전립선 및 이행대의 높이, 폭, 길이를 측정하여 타원체공식 $\pi/6 \times (\text{높이}) \times (\text{폭}) \times (\text{길이})$ 에 대입하여 전립선용적을 구하였다. 또한 요속검사와 초음파를 이용한 잔뇨검사를 시행하였으며 배뇨량이 150cc 이상인 경우에만 유효한 검사로 인정하였다.

총 검진 대상은 679명이었으며, 이 중 전립선암 또는 인슐린의존성 당뇨병 병력이 있는 경우, 최근 3개월 이내에 5-알파환원효소억제제 투약력이 있는 경우, 직장수지검사에서 전립선암이 의심되는 경우 및 전립선특이항원농도가 한국인의 연령별 참고치보다 높은 경우를 제외한 624명을 대상으로 하였다.¹⁵

대사증후군 진단기준은 제3차 콜레스테롤관리지침 (National Cholesterol Education Program Adult Treatment Panel III; NCEP-ATP III)에 따라 1) 고혈압 (수축기 혈압이 130 mmHg 이상 혹은 이완기 혈압이 85 mmHg 이상), 2) 고혈당 (공복 시 혈당이 110 mg/dl 이상), 3) 비만 (허리둘레가 90 cm 이상 또는 체질량지수 25 이상), 4) 저 high density lipoprotein (HDL)-콜레스테롤혈증 (40 mg/dl 미만), 5) 고중성지방혈증 (150 mg/dl 이상) 중에서 세 가지 이상을 만족하는 경우로 정의하였다. 비만에 대한 항목에서 허리 둘레는 NCEP-ATP III와 World Health Organization (WHO)에서 제시하였던 기준을 2000년 The Asia-Pacific perspective에서 아시아인 체형

에 맞게 보정한 수치를 사용하였다.¹⁶

대사증후군 유무에 따라 대사증후군의 구성요소, 국제전립선증상점수, 삶의 질 점수, 전립선용적 및 이행대용적의 차이를 비교하였다. 배뇨량이 150 ml 이상을 유효한 경우 (436명)에서 대사증후군 유무에 따른 최대요속, 배뇨량 및 잔뇨량 차이를 비교하였다. 한편 각각의 대사증후군 요소에 따른 전립선용적 및 이행대용적의 차이를 분석하였다. 통계분석은 Student's t-test와 Analysis of Variance (ANOVA) test를 사용하였고, p값은 0.05 미만일 때 통계학적으로 유의하다고 판단하였다.

결 과

대사증후군이 동반된 전립선비대증 환자군과 대조군은 각각 223명 (35.7%)과 401명 (64.3%)이었고, 나이 및 전립선특이항원 농도는 두 군 사이에 유의한 차이가 없었다 ($p > 0.05$). 또한 연령대별 분포는 환자군에서 60대, 70대 및 80대가 각각 47명 (21.1%), 138명 (61.9%) 및 38명 (17.0%)이었고, 대조군에서 79명 (19.7%), 239명 (59.6%) 및 83명 (20.7%)으로 연령대별 분포의 차이도 없었다 ($p > 0.05$). 허리둘레, 수축기 혈압, 이완기 혈압, 공복 혈당, HDL 콜레스테롤 농도 및 중성지방 농도는 통계학적으로 유의한 차이를 보였다 ($p < 0.05$) (Table 1).

전립선 관련증상 및 전립선용적에 대해 대사증후군 환자군과 대조군을 비교한 결과 전체 전립선용적은 각각 34.0 ± 20.3 ml와 30.2 ± 15.6 ml, 이행대용적은 각각 16.2 ± 14.6 ml와 13.7 ± 10.0 ml로 유의한 차이를 보였으나 ($p = 0.012$, $p = 0.008$) 국제전립선증상점수 및 삶의 질 점수에는 차이가 없었다 ($p > 0.05$) (Table 2).

전체 대상 중 배뇨량이 150 ml 이상인 환자 436명을 대상으로 대사증후군 동반 여부에 따른 최대요속, 배뇨량 및 잔뇨량의 차이를 비교한 결과, 대사증후군 환자군과 대조군 사이에 유의한 차이는 없었다 ($p > 0.05$) (Table 3).

대사증후군 구성요소에 따른 전립선용적 및 이행대용적의 차이를 비교하였다. 전립선용적은 허리둘레를 기준으로 한 복부비만인 경우 34.6 ± 20.3 ml, 복부비만이 아닌 경우 30.1 ± 15.7 ml로 통계학적으로 유의한 차이를 보였다 ($p = 0.005$). 이행대용적 또한 복부비만인 경우와 복부비만이 아닌 경우에서 각각 16.2 ± 13.4 ml 및 13.8 ± 11.0 ml로 유의한 차이를 보였다 ($p = 0.016$) (Table 4). 복부비만을 허리둘레에 따라 80 cm 미만인 군, 80 cm 이상 90 cm 미만인 군, 그리고 90 cm 이상인 군 등 세 군으로 나누어 전립선용적 및 이행대용적을 비교하였다. 전립선용적은 각각 28.3 ± 14.3 ml, 31.0 ± 16.4 ml 및 34.6 ± 20.3 ml, 그리고 이행대용적은 각각 $13.0 \pm$

Table 1. Comparisons of metabolic factors between metabolic syndrome group and control group according to age groups

	Control group (n=401)	MS group (n=223)	p-value*
Age (years)	74.8±5.6	74.0±5.4	0.083
Waist circumference (cm)	82.3±7.4	91.5±6.3	<0.001
60-69 years	83.0±7.2	92.7±6.1	<0.001
70-79 years	81.8±7.3	91.1±6.5	<0.001
80-90 years	83.0±7.6	90.9±5.8	<0.001
Systolic pressure (mmHg)	136.4±18.1	143.3±16.3	<0.001
60-69 years	133.8±17.7	143.4±16.9	0.003
70-79 years	137.6±18.2	144.0±16.3	0.001
80-90 years	135.3±18.1	140.5±15.5	0.131
Diastolic pressure (mmHg)	77.7±11.6	80.1±10.8	0.011
60-69 years	79.0±11.3	81.4±12.1	0.268
70-79 years	78.5±11.2	80.8±10.5	0.053
80-90 years	74.4±12.7	76.2±9.4	0.453
Fasting blood sugar (mg/dl)	89.8±13.2	103.7±28.4	<0.001
60-69 years	86.9±8.1	103.6±32.3	0.001
70-79 years	90.5±14.2	103.6±28.9	<0.001
80-90 years	91.1±13.9	104.1±21.3	0.001
HDL cholesterol (mg/dl)	44.1±9.9	35.4±7.5	<0.001
60-69 years	44.3±10.7	35.3±7.0	<0.001
70-79 years	44.8±9.8	35.5±7.6	<0.001
80-90 years	42.1±9.3	35.3±7.9	<0.001
Triglyceride (mg/dl)	96.5±44.2	156.5±70.3	<0.001
60-69 years	100.0±49.4	174.4±75.1	<0.001
70-79 years	94.8±41.4	154.8±72.6	<0.001
80-90 years	97.3±46.9	140.8±49.9	<0.001
PSA (ng/ml)	1.8±1.5	1.7±1.5	0.248
60-69 years	1.5±1.2	1.3±1.2	0.317
70-79 years	1.8±1.5	1.6±1.4	0.344
80-90 years	2.0±1.4	2.1±1.8	0.819

MS: metabolic syndrome, HDL: high density lipoprotein, PSA: prostate-specific antigen, *: by Student's t-test

Table 2. Comparison of prostate-related symptoms and prostate volume between metabolic syndrome group and control group

	Control group	MS group	p-value*
No. of cases	401	223	—
International prostate symptom score	18.5±8.5	17.9±8.1	0.420
Voiding symptom score	8.0±4.3	7.7±4.2	0.290
Storage symptom score	7.6±3.8	7.3±3.7	0.384
Post-void symptom score	2.5±1.9	2.6±1.9	0.524
Quality of life score	2.8±1.1	3.7±1.1	0.808
Total prostate volume (ml)	30.2±15.6	34.0±20.3	0.008
Transitional zone volume (ml)	13.7±10.0	16.2±14.6	0.012

MS: metabolic syndrome, *: by Student's t-test

Table 3. Comparison of urodynamic factors between metabolic syndrome group and control group

	Control group	MS group	p-value*
No. of cases	267	169	—
Maximum flow rate (ml/s)	13.9±6.0	14.8±5.7	0.136
Voided volume (ml)	302.4±113.8	301.7±111.9	0.954
Residual volume (ml)	30.3±71.8	26.3±57.3	0.549

MS: metabolic syndrome, *: by Student's t-test

Table 4. Differences in prostate volume parameters according to metabolic factors

	No. of cases	TPV	TZV
Hypertension			
No	140	30.7±17.5	14.2±12.4
Yes	484	31.8±17.4	14.7±11.7
p-value*		0.493	0.679
NIDDM			
No	464	30.9±17.2	14.2±11.4
Yes	160	33.5±18.1	15.7±13.1
p-value*		0.094	0.171
Hypertriglyceridemia			
No	478	30.9±16.4	14.2±10.4
Yes	146	33.6±20.5	16.0±15.7
p-value*		0.109	0.184
Low HDL-cholesterol			
No	318	30.5±16.0	13.9±10.5
Yes	306	32.6±18.8	15.3±13.2
p-value*		0.139	0.163
Obesity			
No	420	30.1±15.7	13.8±11.0
Yes	204	34.6±20.3	16.2±13.4
p-value*		0.005	0.016

TPV: total prostate volume, TZV: transitional zone volume, NIDDM: non-insulin dependent diabetes mellitus, HDL: high density lipoprotein, *: by Student's t-test

Table 5. Differences in prostate volume parameters according to waist circumference

	Waist circumference			p-value*
	<80cm (n=145)	≥80cm, <90cm (n=275)	≥90cm (n=204)	
TPV	28.3±14.3	31.0±16.4	34.6±20.3	0.003
TZV	13.0±9.9	14.2±11.6	16.2±13.4	0.035

TPV: total prostate volume, TZV: transitional zone volume, *: by ANOVA (analysis of variance) test

9.9ml, 14.2 ± 11.6 ml 및 16.2 ± 13.4 ml로 나타났으며, 복부 비만의 정도에 따른 전립선용적 ($p=0.003$) 및 이행대용적 ($p=0.035$)의 차이는 통계학적으로 유의하였다 (Table 5). 하지만 그 외의 요소인 고혈압, 제2형 당뇨, 고중성지방혈증, 저 HDL-콜레스테롤혈증에 따른 전립선용적 및 이행대용적의 차이는 없었다 ($p>0.05$) (Table 4).

고 찰

하부요로증상을 일으키는 전립선비대증은 노화와 직접적 연관성이 있는 질환으로, 정확한 병인은 알려져 있지 않으나, 테스토스테론과 에스트로겐 등의 스테로이드 호르몬 및 이의 대사물의 이상분비에 의해 발생하게 된다는 주장과 간질세포의 축분비 기전으로 분비되는 epidermal growth factor (EGF), basic fibroblast growth factor (bFGF), keratinocyte growth factor (KGF), insulin-like growth factor-1 (IGF-1) 등의 성장인자와 상피세포 증식을 억제하는 transforming growth factor- β (TGF- β)와 균형이 깨질 때 전립선비대증이 발생하게 된다는 주장에 초점이 맞춰지고 있다.^{17,18}

대사증후군은 식습관이 서구화됨에 따라 발병률이 증가하고 있는 질환이며 서구에 비하면 아직 낮은 수치이기는 하나, 우리나라의 자료에서도 NCEP-ATP III 기준에 따른 대사증후군의 유병률을 34.6%로 보고하고 있다.^{19,20} 대사증후군의 기본 병태생리로서 인슐린 저항성에 의한 이차적 고인슐린혈증이 알려져 있다.¹⁸ 고인슐린혈증에 의한 인슐린 증가는 시상하부의 교감신경계 활성을 조절하는 배측 내측핵 (ventromedial nucleus)에 영향을 미쳐 혈중 및 조직 내 카테콜아민을 증가시키는 작용을 하게 되며 말초교감신경계도 자극을 받아 교감신경계의 항진을 일으킴으로써 대사증후군을 유발하게 된다.²¹ 이는 전립선비대증에 동반되는 하부요로증상의 주요기전인 방광 경부 및 전립선 부위 교감신경의 과활성화도 연관이 있다.²² 대사증후군의 또 다른 중요한 병태생리로는 복부비만으로 인한 혈청 내 에스트로겐과 인슐린 증가와, 성호르몬 결합 글로불린, 자유 테스토스테론 (free testosterone)의 감소가 있다. 비만으로 인해 증가된 인슐린은 IGF-1 수용체와 결합하여 전립선의 증식을 촉진하고, 교감신경계를 과활성시켜 하부요로증상을 악화시키게 된다. 성호르몬 결합 글로불린의 감소는 전립선 내의 안드로겐과 에스트로겐의 진입을 증가시켜, 안드로겐 수용체와 결합하여 전립선을 증식시키고 하부요로증상을 악화시킨다.²³

이와 같은 사실을 토대로 한 최근의 임상연구에 의하면 대사증후군 환자에서 전립선 용적이 크고 성장속도가 빠른 것으로 보고되고 있으나,^{4,6} 본 연구에서 대사증후군 요소

별 전립선용적과의 연관성에 대한 조사 결과, 허리둘레를 측정하여 정한 복부비만만이 전립선 용적과 유의하게 연관성이 있는 것을 알 수 있었다.

이는 비만과 전립선용적 간의 관련성에 대해 보고한 여러 연구들과 같은 맥락의 결과이다.^{4,5,9,10} Giovannucci 등⁹은 나이와 체질량지수를 보정한 연구에서 허리둘레가 큰 환자가 전립선비대증 수술을 받을 가능성이 높다고 하였으며, Lee 등¹⁰은 전립선용적이 체질량지수, 허리둘레 및 나이와 연관성이 있고 나이를 보정하였을 경우 더욱 높은 상관관계를 보이는 것으로 보고하였다. 반면 비만과 전립선용적 간에는 연관성이 없다고 보고한 연구들도 몇 존재하는데,^{7,24,25} 이 중 Gupta 등⁷은 전향적 연구를 통하여 체질량지수와 전립선비대증 간에 연관성이 없다고 보고한 바 있다. 하지만 본 결과에 반하는 연구들은 비만의 지표로 허리둘레가 아닌 체질량지수를 적용하였다는 점이 차이가 있었다. 또한 자료를 제시하지는 않았으나, 본 연구의 대상으로 체질량지수와 전립선용적과 관련성을 평가하였을 때, 경계수준의 유의성만을 보였다. 이로 미루어 보아 체질량지수 보다는 복부비만이 전립선용적과의 관계를 보다 명확히 보여주는 인자로 생각하며, 복부비만의 발생 기전이 전립선 성장과 유사한 병태생리적 기전을 공유하는 것으로 추정해 볼 수 있겠다.

배뇨증상의 연관성에 대한 조사결과 저장, 배뇨 및 배뇨 후 증상으로 나눠 분석한 국제전립선증상점수와 최대 배뇨 속도, 배뇨량 및 잔뇨량과 같은 요역학적 요소에서 대사증후군과 대조군 간의 유의한 차이는 없었다 ($p<0.05$) (Table 2, 3). 이는 인슐린 저항성이나 고인슐린혈증으로 인해 교감신경의 활성화로 배뇨증상이 나타난다는 Hammarsten 등⁵의 보고와 그 외 연구 보고들을 근거로 한 예상과는 다른 결과이다.^{5,26} 본 연구에서 60세 이상의 고령남성을 대상으로 삼은 점이 양 군 간의 배뇨 증상에 유의한 차이가 없었던 이유로 여겨진다. 이미 잘 알려져 있듯이 남성에서의 하부요로증상은 매우 다양한 원인이 작용하는데, 특히 노인 인구에서는 노화에 의한 변화들이 많은 영향을 주어 대사증후군에 의한 영향이 상대적으로 약화되었을 것으로 추정해 볼 수 있을 것이다. 또한 본 연구가 지역사회만이 아닌 하부요로증상을 호소하는 남성을 대상으로 시행한 전립선 건강검진을 바탕으로 이루어진 점도 이에 영향을 주었을 것으로 생각한다. 대사증후군이 전립선 용적 및 하부요로증상에 미치는 영향을 단면적 연구를 통해 평가하는 것은 한계가 있으며 이들의 상관관계를 보다 명확히 이해하기 위해서는 대규모의 종적 연구가 필요할 것으로 생각한다.

결론

60세 이상의 한국인 남성에서 대사증후군은 전립선 용적과 의미 있는 연관성을 보였으나 하부요로증상과는 직접적 상관관계가 없는 것으로 나타났다. 대사증후군의 5개의 세부항목 중에서는 단지 복부 비만이 전립선용적 및 이행대용적과 밀접한 관련이 있었으며, 복부 비만의 정도에 따라 전립선용적 및 이행대용적은 의미 있는 차이를 보였다. 따라서 복부 비만과 전립선 증식 간의 병태생리학적 유사성에 대한 추가적 연구가 필요할 것으로 보인다.

REFERENCES

1. Rhew HY, Koo JH, Cho SS, Kang JS, Lee CK, Kim JC, et al. The prevalence of BPH in Busan city over age 40. *Korean J Urol* 2001;42:223-7
2. Chung TG, Chung J, Lee MS, Ahn H. Prevalence of benign prostatic hyperplasia in Jeong-Eup area: community-based study. *Korean J Urol* 1999;40:52-8
3. Lee HL, Seo JW, Kim WJ. The prevalence of benign prostatic hyperplasia: community-based study in Chungbuk province. *Korean J Urol* 1999;40:1500-5
4. Hammarsten J, Hogstedt B. Hyperinsulinaemia as a risk factor for developing benign prostatic hyperplasia. *Eur Urol* 2001;39:151-8
5. Hammarsten J, Hogstedt B, Holthuis N, Mellstrom D. Components of the metabolic syndrome-risk factors for the development of benign prostatic hyperplasia. *Prostate Cancer Prostatic Dis* 1998;1:157-62
6. Ozden C, Ozdal OL, Urgancioglu G, Koyuncu H, Gokkaya S, Memis A. The correlation between metabolic syndrome and prostatic growth in patients with benign prostatic hyperplasia. *Eur Urol* 2007;51:199-203
7. Gupta A, Gupta S, Pavuk M, Roehrborn CG. Anthropometric and metabolic factors and risk of benign prostatic hyperplasia: a prospective cohort study of Air Force veterans. *Urology* 2006;68:1198-205
8. Meigs JB, Mohr B, Barry MJ, Collins MM, McKinlay JB. Risk factors for clinical benign prostatic hyperplasia in a community-based population of healthy aging men. *J Clin Epidemiol* 2001;54:935-44
9. Giovannucci E, Rimm EB, Chute CG, Kawachi I, Colditz GA, Stampfer MJ, et al. Obesity and benign prostatic hyperplasia. *Am J Epidemiol* 1994;140:989-1002
10. Lee S, Min HG, Choi SH, Kim YJ, Oh SW, Kim YJ, et al. Central obesity as a risk factor for prostatic hyperplasia. *Obesity (Silver Spring)* 2006;14:172-9
11. Zhuang TN, Ly LP, Cumming RG, Handelsman DJ. Growth and development during early manhood as determinants of prostate size in later life. *J Clin Endocrinol Metab* 2005;90:6055-63
12. Kim JH, Shim BS, Hong YS. The relating factors of metabolic syndrome to benign prostatic hyperplasia. *Korean J Urol* 2005;46:1046-50
13. Kim JH, Shim BS, Kim JS, Hon YS. Voiding dysfunction of men is associated with metabolic syndrome. *Korean J Urol* 2006;47:257-62
14. Sohn JC, Chang HS, Kim CI. The correlation between metabolic syndrome and the prostate volume. *Korean J Urol* 2007;48:603-7
15. Ku JH, Ahn JO, Lee CH, Lee NK, Park YH, Byun SS, et al. Distribution of serum prostate-specific antigen in healthy Korean men: influence of ethnicity. *Urology* 2002;60:475-9
16. Kwon NS, Jo MK, Park K. The relationship between the metabolic syndrome and the risk of benign prostatic hyperplasia: a hospital-based study from a health screening population. *Korean J Urol* 2007;48:1016-21
17. Timme TL, Truong LD, Merz VW, Krebs T, Kadmon D, Flanders KC, et al. Mesenchymal-epithelial interactions and transforming growth factor-beta expression during mouse prostate morphogenesis. *Endocrinology* 1994;134:1039-45
18. Reaven GM. Banting lecture 1988. Role of insulin resistance in human disease. 1988. *Nutrition* 1997;13:65
19. Ford ES. Prevalence of the metabolic syndrome defined by the International Diabetes Federation among adults in the U.S. *Diabetes Care* 2005;28:2745-9
20. Lim S, Park KS, Lee HK, Cho SI. Changes in the characteristics of metabolic syndrome in Korea over the period 1998-2001 as determined by Korean National Health and Nutrition Examination Surveys. *Diabetes Care* 2005;28:1810-2
21. Landsberg L. Diet, obesity and hypertension: an hypothesis involving insulin, the sympathetic nervous system, and adaptive thermogenesis. *Q J Med* 1986;61:1081-90
22. Glasser DB, Carson C 3rd, Kang JH, Laumann EO. Prevalence of storage and voiding symptoms among men aged 40 years and older in a US population-based study: results from the Male Attitudes Regarding Sexual Health study. *Int J Clin Pract* 2007;61:1294-300
23. Dahle SE, Chokkalingam AP, Gao YT, Deng J, Stanczyk FZ, Hsing AW. Body size and serum levels of insulin and leptin in relation to the risk of benign prostatic hyperplasia. *J Urol* 2002;168:599-604
24. Burke JP, Rhodes T, Jacobson DJ, McGree ME, Roberts RO, Girman CJ, et al. Association of anthropometric measures with the presence and progression of benign prostatic hyperplasia. *Am J Epidemiol* 2006;164:41-6
25. Zucchetto A, Tavani A, Dal Maso L, Gallus S, Negri E, Talamini R, et al. History of weight and obesity through life and risk of benign prostatic hyperplasia. *Int J Obes (Lond)* 2005;29:798-803
26. Michel MC, Heemann U, Schumacher H, Mehlburger L, Goepel M. Association of hypertension with symptoms of benign prostatic hyperplasia. *J Urol* 2004;172:1390-3